

Министерство общего и профессионального образования  
Российской Федерации

Челябинский государственный технический университет

Кафедра металловедения

620.22( 07 )  
И15

Х.М.Ибрагимов, В.Г.Ушаков, В.И.Филатов

## **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Учебное пособие для студентов-заочников  
машиностроительных специальностей

Челябинск  
Издательство ЧГТУ  
1997

УДК 620.22 ( 076.5 ) + 620.22 + 419.8 ( 076.5 )

Ибрагимов Х.М., Ушаков В.Г., Филатов В.И. Материаловедение: Учебное пособие для студентов-заочников машиностроительных специальностей. – Челябинск: Изд. ЧГТУ, 1997. – 38 с.

Учебное пособие по курсу “Материаловедение” предназначено для студентов специальностей: 1201–“Технология машиностроения”, 1202–“Металлорежущие станки и инструменты”, 1205–“Оборудование и технология сварочного производства”, 1502–“Автомобили и автомобильное хозяйство” и 2401–“Организация перевозок и управление на транспорте” заочного факультета ЧГТУ.

Приведены программа курса, методические указания к каждой теме, варианты контрольных работ № 1 и №2.

Список лит. – 9 назв.

Одобрено учебно-методической комиссией металлургического факультета.

Рецензенты: доц. , к.т.н. В.И.Антоненко, инж. Г.В.Сергеева.

ISBN 5-696-00808-9  
1997.

© Издательство ЧГТУ,

## ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс в машиностроении не возможен без дальнейшего развития производства, создания и освоения новых экономичных материалов, обладающих разнообразными механическими и другими свойствами.

**Материаловедение** наука, изучающая металлические и неметаллические материалы, применяемые в технике, и объективные зависимости их свойств от химического состава, строения (структуры) и способа обработки.

Курс “Материаловедение” вместе с другими техническими дисциплинами дает студентам общеинженерную подготовку, закладывает основы знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин, выполнения курсовых и дипломного проектов, а также успешной инженерной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать** физическую сущность явлений, происходящих в материалах под воздействием различных факторов, и влияние их на свойства материалов; основные свойства и области применения современных металлических и неметаллических материалов;

**уметь** на основе анализа условий работы деталей машин или инструмента правильно выбирать материал и его обработку для получения служебных свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность деталей или инструмента.

Курс “Материаловедение” состоит из двух частей:

- 1) металловедение ,
- 2) неметаллические и композиционные материалы .

## ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## 1. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Значение и задачи металловедения как науки. Роль металлов и их сплавов в современной технике. Достижения отечественных и зарубежных ученых в развитии науки о металлах.

*Методические указания*

*Из определения металловедения как науки необходимо четко уяснить, что между химическим составом, внутренним строением, т.е. структурой и свойствами металлов и сплавов существуют определенные связи. При этом свойства металлических сплавов определяются их химическим составом и структурой. Поэтому для получения заданных свойств необходимо правильно выбрать марку сплава и провести термическую или иную его обработку с целью получения такой структуры, которая обеспечит требуемые свойства.*

### 1.1. Основные методы исследования металлов

Понятие о структуре металлов. Макроструктурный, микроструктурный и физические методы исследования металлов и сплавов.

*Методические указания*

*Структуру металлов и сплавов подразделяют на макроструктуру, микроструктуру и тонкую структуру ( субструктуру ). Для изучения структуры применяют разные методы исследования, основными из которых являются макроскопический и микроскопический анализы. Необходимо знать возможности каждого из этих методов исследования, а также методики их проведения.*

### 1.2. Атомно- кристаллическое строение металлов

Характерные признаки металлического состояния. Металлический тип связи. Понятия о кристаллической решетке и элементарной ячейке. Основные типы кристаллических решеток металлов. Явление полиморфизма. Анизотропия свойств кристаллов.

Дефекты кристаллического строения металлов ( ДКС ). Точечные ДКС: вакансии, межузельные атомы. Дислокации: краевые, винтовые, криволинейные. Поверхностные ДКС: границы зерен и субзерен. Влияние ДКС на свойства металлов.

*Методические указания*

*Уясните характерные свойства металлов,отличающие их от неметаллов. Заметьте, что металлы характеризуются особым типом межатомной связи, называемым металлическим. Особое внимание уделите типам кристаллических решеток, характерных для металлов ( ОЦК, ГЦК, ГПУ ) и понятиям:*

*периоды решетки, координационное число, базис решетки, плотность упаковки. Полиморфизм металлов рассмотрите на примере железа.*

*В реальных металлах нет идеально правильного расположения атомов во всем объеме кристалла, т.е. в них всегда имеются дефекты кристаллического строения. Необходимо знать основные виды ДКС и влияние их на свойства металлов. При этом особое внимание следует уделить дислокациям.*

### **1.3. Кристаллизация металлов**

Общие закономерности. Механизм и кинетика кристаллизации чистых металлов. Величина зерна. Модифицирование жидкого металла. Строение металлического слитка.

#### *Методические указания*

*Формирование структуры металла происходит при кристаллизации и последующем охлаждении. В большинстве случаев металл должен иметь мелкозернистое строение. Уясните, какие факторы определяют размер зерна литого металла и какими практическими методами можно регулировать величину зерна.*

### **1.4. Пластическая деформация и механические свойства металлов**

Упругая деформация. Механизм пластической деформации в моно- и поликристаллических телах. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металлов. Явление наклепа.

Механические свойства, определяемые при статическом растяжении. Твердость металлов и основные методы ее определения. Явление усталости и предел выносливости металлов.

Разрушение металлов: хрупкое и вязкое. Ударная вязкость и ее определение. Явление хладноломкости.

Изнашивание металлов. Виды износа. Методы определения износостойкости.

#### *Методические указания*

*Пластическая деформация в монокристаллах может проходить путем скольжения и двойникования. Необходимо знать плоскости и направления скольжения в ОЦК, ГЦК и ГПУ решетках, а также дислокационный механизм скольжения. В поликристаллических металлах пластическая деформация начинается не одновременно во всех зернах. Уясните, с чем это связано и к чему приводит. Особое внимание уделите влиянию пластической деформации на структуру металлов и явлению наклепа.*

*Изучите основные методы определения механических свойств металлов и физический смысл полученных характеристик. При рассмотрении разрушения металлов особое внимание уделите хрупкому разрушению, как наиболее*

опасному, явлению хладноломкости, а также способам определения и значению для практики порога хладноломкости.

### **1.5. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла**

Возврат (отдых и полигонизация). Рекристаллизация: первичная, собирательная, вторичная. Влияние нагрева на свойства наклепанного металла. Факторы, влияющие на размер рекристаллизованного зерна. Холодная и горячая пластическая деформация металла.

*Методические указания*

*Необходимо знать сущность и различие процессов возврата и рекристаллизации: при возврате микроструктура деформированного металла остаётся без изменений (волокнистое строение), а при рекристаллизации образуются новые равноосные зерна. Обратите внимание на способы регулирования величины рекристаллизованного зерна и принципиальную разницу между холодной и горячей пластической деформацией.*

### **1.6. Строение сплавов**

Способы получения сплавов. Типы фаз в металлических сплавах: твердые растворы, химические соединения, промежуточные фазы. Диаграммы состояния двойных систем (с полной растворимостью в твердом состоянии, с эвтектическим превращением). Правила рычага и концентраций. Ликвация в сплавах. Закон Н.С.Курнакова.

*Методические указания*

*Сплавы имеют более сложное строение, чем чистые металлы. Оно обусловлено тем, в какое взаимодействие вступают образующие сплав элементы. Необходимо отчетливо уяснить, что собой представляют твердые растворы (замещения и внедрения), химические соединения, промежуточные фазы. Наглядное представление о состоянии сплавов в зависимости от химического состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику разбора диаграмм состояния с применением правил рычага и концентраций. С помощью закона Н.С.Курнакова надо уметь устанавливать связь между составом, строением и свойствами сплавов.*

### **1.7. Железо и его сплавы**

Диаграмма состояния железо–цементит. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики и свойства. Формирование структуры углеродистых сталей при медленном охлаждении и белых чугунов.

Примеси в чугунах. Классификация чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы. Серый, ковкий и высокопрочный чугуны (получение, свойства, маркировка, применение).

Углеродистые стали. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация сталей. Маркировка углеродистых и легированных сталей.

#### *Методические указания*

*Диаграмма состояния железо-цементит является основой для изучения структуры и свойств железоуглеродистых сплавов. Студент обязан уметь на память вычертить указанную диаграмму и рассмотреть формирование структуры любого сплава при охлаждении из жидкого состояния или нагреве до него с применением правила фаз, отрезков и концентраций.*

*При изучении чугунов необходимо обратить особое внимание на различия в структурах белого, серого, ковкого и высокопрочного чугунов и вытекающих из них отличиях в свойствах.*

*Промышленные стали обязательно содержат кроме железа и углерода постоянные примеси, которые тоже оказывают влияние на свойства сталей. Необходимо четко уяснить, в чем заключается вредное влияние на сталь серы и фосфора. Маркировку сталей различного класса, а также серых, ковких и высокопрочных чугунов надо помнить всегда.*

### **1.8. Основы теории термической обработки стали**

Критические точки сталей и влияние на них легирующих элементов. Превращения, происходящие при нагреве стали. Рост зерна аустенита. Перегрев и перегрев. Влияние размера зерна на свойства стали.

Превращения при охлаждении стали из аустенитного состояния. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита углеродистой эвтектоидной стали. Перлитное превращение. Свойства перлита, сорбита и троостита. Мартенситное превращение, его основные особенности. Строение и свойства мартенсита. Промежуточное превращение. Влияние углерода и легирующих элементов на распад переохлажденного аустенита. Превращения переохлажденного аустенита при непрерывном охлаждении. Критические скорости охлаждения и факторы, влияющие на них.

Превращения при нагреве закаленной стали. Строение и свойства структур отпуска. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске.

#### *Методические указания*

*Термическая обработка является наиболее рациональным способом изменения структуры и, следовательно, свойств сталей в достаточно широком диапазоне. В большинстве видов термической обработки (отжиг второго рода, нормализация, закалка) сталь нагревается до аустенитного состояния.*

*При этом основная цель нагрева стали – получение структуры мелкозернистого аустенита. В связи с этим надо четко представлять, как следует выбирать температуру нагрева в зависимости от химического состава стали и вида термической обработки.*

*Конечная структура и, следовательно, свойства стали формируются при охлаждении из аустенитного состояния, т.е. при распаде или при превращении переохлажденного аустенита. Следовательно, этим вопросам необходимо уделить особое внимание, ибо вся технология термической обработки базируется именно на этом. При изучении превращений переохлажденного аустенита необходимо хорошо усвоить, каковы строение и свойства перлита, сорбита, троостита, бейнита и мартенсита, в том числе и различие одноименных структур, получаемых при распаде аустенита и отпуске закаленной стали.*

### **1.9. Технология термической обработки стали.**

Отжиг стали. Виды отжига первого рода ( рекристаллизационный, диффузионный, для снятия напряжений ). Виды отжига второго рода ( полный, изотермический, неполный, сфероидизирующий ). Нормализация стали.

Закалка стали. Выбор температуры нагрева и охлаждающих сред для углеродистых и легированных сталей. Закалочные напряжения. Способы закалки. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Факторы, влияющие на них.

Отпуск стали. Влияние отпуска на свойства стали. Вторичная твердость. Отпускная хрупкость. Виды отпуска стали.

Термомеханическая обработка стали ( ТМО ). Основные виды ТМО. Влияние ТМО на свойства стали.

#### *Методические указания*

*Как было сказано выше, технология термической обработки базируется на закономерностях фазовых превращений, происходящих при нагреве и охлаждении стали. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разнообразие видов термической обработки и их назначение.*

### **1.10. Поверхностное упрочнение стали**

Поверхностная закалка, ее виды и область применения.

Химико-термическая обработка стали ( ХТО ). Физические основы ХТО. Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Термическая обработка после цементации и свойства цементированных деталей.

Азотирование стали. Стали для азотирования. Свойства азотированных деталей.

Цианирование ( нитроцементация ) стали.



Поверхностное деформационное упрочнение ( дробеструйная обработка, накатка роликами ). Влияние поверхностного наклепа на усталостную прочность и износостойкость деталей.

#### *Методические указания*

*Многие детали машин ( валы, шестерни и др. ) работают в таких условиях, когда их поверхность подвергается истиранию и одновременно на них действует динамическая нагрузка. Для надежной работы в этих условиях поверхность детали должна иметь высокую твердость, прочность и, следовательно, износостойкость, а сердцевина – быть вязкой и пластичной. Это достигается правильным выбором стали для данной детали и последующим ее поверхностным упрочнением.*

*При изучении основ ХТО следует исходить из того, что физические основы различных видов ХТО едины. При этой обработке насыщение деталей может проводиться в твердой, жидкой и газообразных средах, поэтому необходимо знать наиболее оптимальные варианты для каждого вида ХТО и конечные результаты, а также преимущества и недостатки этих методов.*

### **1.11. Конструкционные стали**

Конструкционные стали общего назначения. Требования, предъявляемые к ним. Конструктивная прочность деталей. Низкоуглеродистые ( цементуемые ) стали: состав, термическая обработка, свойства, примеры применения. Среднеуглеродистые ( улучшаемые ) стали: состав, термическая обработка, свойства, примеры применения. Высокопрочные стали.

Автоматные стали.

Рессорно-пружинные стали: состав, термическая обработка, свойства, примеры применения.

Стали, устойчивые к коррозии. Виды коррозии. Основные принципы создания коррозионно-стойких сталей. Хромистые нержавеющие стали. Хромоникелевые аустенитные нержавеющие стали.

Жаростойкие ( окалиностойкие ) стали.

Жаропрочные стали. Методы определения механических свойств при высоких температурах. Характеристики жаропрочности стали. Пути повышения жаропрочности. Классификация жаропрочных сталей: перлитные, мартенситные, аустенитные с карбидным и интерметаллидным упрочнением. Жаропрочные сплавы.

#### *Методические указания*

*При изучении отдельных групп конструкционных сталей надо знать требования, предъявляемые к ним. Исходя из этого, необходимо обосновать содержание углерода и легирующих элементов в стали, режим ее термической обработки и получаемые структуру и свойства. В качестве примера надо при-*

*вести две, три марки сталей данной группы. При изучении жаропрочных сталей следует обратить внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах, уяснить сущность явления ползучести, а также области применения данных сталей различного структурного класса.*

### **1.12. Инструментальные стали**

Стали для режущего инструмента ( углеродистые, низколегированные, быстрорежущие ) и их термическая обработка. Твердые сплавы.

Стали для измерительного инструмента и их термическая обработка.

Стали для штампов, деформирующих металл в холодном и горячем состояниях.

#### *Методические указания*

*При рассмотрении сталей для режущего инструмента надо четко уяснить требования, предъявляемые к ним, режимы термической обработки и недостатки отдельных групп сталей. Особое внимание следует уделить быстрорежущим сталям и, в частности, особенностям их термической обработки. При изучении штамповых сталей необходимо различать условия работы штампов для деформирования металла в холодном и горячем состояниях и, в связи с этим, особенности их термической обработки.*

### **1.13. Цветные металлы и сплавы**

Сплавы на основе алюминия. Классификация и термическая обработка алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые и упрочняемые термической обработкой. Литейные сплавы.

Сплавы на основе меди. Латуни, их свойства, маркировка и применение. Бронзы оловянистые, алюминиевые, марганцовистые, свинцовые и бериллиевые ( состав, свойства, маркировка и области применения ).

Титан и его свойства. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Термическая обработка титана и его сплавов.

Антифрикционные сплавы на оловянистой, свинцовой, цинковой и алюминиевой основах.

#### *Методические указания*

*При изучении сплавов цветных металлов необходимо обратить особое внимание на преимущества тех или иных сплавов, на их термическую обработку и, в частности, на процесс старения сплавов . Надо знать маркировку и область применения цветных металлов и их сплавов.*

## **2. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

## **2.1. Пластические массы**

Классификация полимерных материалов. Термопластические полимерные материалы ( полиэтилен, полиамид, поливинилхлорид и др. ). Их свойства, состав, области применения. Термореактивные полимерные материалы. Паропласты и пенопласты. Пластмассы с твердыми, порошковыми, волокнистыми и листовыми наполнителями.

### *Методические указания*

*В основе неметаллических материалов лежат полимеры, поэтому следует обратить внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Рассматривая пластические массы, необходимо понять, что это искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ. Надо уяснить также преимущества и недостатки пластмасс по сравнению с металлическими материалами.*

## **2.2. Резиновые материалы**

Состав резин и эластотермопластов. Роль порошковых наполнителей (саж, окиси кремния) и волокнистых наполнителей (органические, стеклянные, металлические волокна и корды). Свойства и области применения резин и эластотермопластов.

### *Методические указания*

*Резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами основы резины – каучука. Поэтому уясните состав резины, способы получения и влияния наполнителей на ее свойства.*

## **2.3. Силикатные материалы**

Стекла минеральные. Свойства стекол в зависимости от состава. Стеклокристаллические материалы (ситаллы).

Техническая керамика. Свойства в зависимости от состава, применение.

### *Методические указания*

*Изучая стекла, уясните сущность стеклообразного состояния как разновидности аморфного состояния вещества и причины образования кристаллической структуры ситаллов. При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной.*

## **2.4. Композиционные материалы**

Принципы создания композиционных материалов. Классификация, свойства, преимущества и недостатки. Армирующие упрочняющие материалы. Композиционные материалы на основе алюминия, магния, титана и их сплавов.

### *Методические указания*

*Принципиальная особенность композиционного материала заключается в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. Поэтому композит обладает свойствами, которых не имеет ни один из его компонентов в отдельности. Уясните свойства композиционных материалов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя.*

## **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1**

Контрольная работа №1 состоит из 4 вопросов, которые охватывают все основные разделы курса. Первые вопросы всех вариантов составлены по двум темам: строение металлов и сплавов; пластическая деформация и влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Вторые вопросы задания однотипны и имеют цель проверить усвоение студентом очень важной для понимания дальнейшего материала учебной диаграммы состояния железо–цементит. Третьи вопросы – из раздела термическая обработка стали. Большинство из них имеют практический уклон и требуют для ответа основательной проработки этого раздела. Четвертые вопросы посвящены отдельным группам материалов (металлических, неметаллических, композиционных), которые находят применение в машиностроении.

Ответы на вопросы должны быть краткими, но четкими, по существу. Не допускается дословное воспроизведение текста из учебников. Работа выполняется в обычной тетради, рукописным или машинописным способами. На каждой странице слева должно быть поле шириной не менее 20 мм.

## **ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1**

### **Вариант 1**

1. Характерные свойства металлов. Чем они обусловлены?
2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,13 % С. При температуре 1510°C для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.
3. Конструкционная углеродистая сталь после закалки и отпуска имеет твердость ниже заданной. Назовите возможные причины этого. Какой дополнительной термической обработкой можно устранить этот дефект?
4. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали.

## **Вариант 2**

1. Какие из распространенных металлов имеют кубическую объемноцентрированную решетку? Нарисуйте ее элементарную ячейку, укажите период и координационное число.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 5,5 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Детали из стали 40 закалены: одна – с температуры 760°C, другая – с 840 °С. Нанесите выбранные температуры на диаграмму состояния железо–цементит и объясните, какая из этих деталей будет иметь более высокую твердость и почему?

4. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества (маркировка, механические свойства, области применения).

## **Вариант 3**

1. Какие из распространенных металлов имеют кубическую границентрированную кристаллическую решетку? Нарисуйте ее элементарную ячейку, укажите период и координационное число.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,4 % С. При температуре 750°C для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что такое закаливаемость стали? У какой из приведенных сталей: 18Х2Н4МА, 40Х, 60 более высокая закаливаемость и почему?

4. Углеродистые качественные конструкционные стали: химический состав, механические свойства, термическая обработка, области применения.

## **Вариант 4**

1. Какие из распространенных металлов имеют гексагональную кристаллическую решетку? Нарисуйте ее элементарную ячейку, укажите периоды и координационное число.

2. . Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 5,2 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Конструкционная углеродистая сталь после закалки и отпуска имеет твердость выше заданной. Назовите возможные причины этого. Какой дополнительной термической обработкой можно устранить этот дефект ?

4. Конструкционные низкоуглеродистые ( цементуемые ) легированные стали: требования, химический состав, термическая обработка, основные группы ( коротко ).

### **Вариант 5**

1. Сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава , содержащего 0,8 % С. При температуре 727°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Металлорежущий инструмент (плашки) из стали У11А закалены: одна с температуры 760°С, другая с 850°С. Нанесите на диаграмму состояния железо–цементит выбранные температуры и объясните, какая из этих плашек будет иметь более высокие режущие свойства и почему?

4. Конструкционные среднеуглеродистые ( улучшаемые ) легированные стали: требования, химический состав, термическая обработка, основные группы ( коротко ).

### **Вариант 6**

1. Дислокации в кристаллах. Виды дислокаций и влияние их на механические свойства металлов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,8 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Начертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита стали У8 и покажите режим изотермической обработки, обеспечивающий получение твердости НВ = 4300...4850 МПа. Как эта обработка называется и какая при этом получается структура?

4. Стали с повышенной обрабатываемостью резанием (автоматные стали).

### **Вариант 7**

1. Точечные дефекты кристаллического строения. Влияние их на свойства металлов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование

структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,0 % С. При температуре 1400°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Углеродистая сталь после закалки имеет структуру феррит + мартенсит +аустенит остаточный. Проведите на диаграмме состояния железо–цементит ординату, соответствующую этой стали ( примерно ) и укажите температуру нагрева, с которой была проведена закалка. Опишите превращения, происходящие в стали при закалке с этой температуры.

4. Мартенситно-стареющие высокопрочные стали и их термическая обработка.

### **Вариант 8**

1. Поверхностные дефекты кристаллического строения. Влияние размера зерна на механические свойства металлов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,3 % С. При температуре 1147°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Поковки из стали 40 имеют крупнозернистое строение. Назначьте режим термической обработки, обеспечивающий получение мелкого зерна. Опишите превращения, происходящие в стали при этой обработке.

4. Рессорно-пружинные стали и их термическая обработка.

### **Вариант 9**

1. Что такое ударная вязкость? Методика ее определения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,14 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Факторы, определяющие размер аустенитного зерна. Влияние величины зерна на свойства стали.

4. Шарикоподшипниковые стали и их термическая обработка.

### **Вариант 10**

1. Что такое твердость? Методика ее определения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего

3,8 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Назначьте режим обработки шестерни из стали 20, обеспечивающий твердость зуба HRC 58...60. Опишите происходящие в стали превращения при выбранной обработке, структуру и свойства поверхности зуба и сердцевины после термической обработки.

4. Жаростойкость (окалиностойкость). Жаростойкие стали.

### **Вариант 11**

1. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре получена тонкая фольга. При этом оказалось, что твердость и прочность этой фольги такие же, как и у исходного листа. Почему?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,9 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что такое прокаливаемость стали? Какая из приведенных сталей: 18Х2Н4ВА, 40Х, 60 имеет более высокую прокаливаемость и почему?

4. Механизм электрохимической коррозии. Хромистые коррозионностойкие стали.

### **Вариант 12**

1. Сущность явления наклепа. Примеры его практического применения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,4 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Почему эвтектоидные и заэвтектоидные стали должны поставляться потребителям со структурой зернистого перлита? Как она может быть получена? Приведите конкретный режим термической обработки для получения такой структуры указанных сталей.

4. Хромоникелевые коррозионностойкие стали. Межкристаллитная коррозия и способы уменьшения склонности к ней сталей.

### **Вариант 13**

1. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. Часто на последних переходах проволока разрывается. Почему? Как можно этого избежать?



2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,3 % С. При температуре 800°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Назначьте режим поверхностного упрочнения гильз цилиндров ДВС, изготовленных из стали 38Х2МЮА. Опишите технологию процесса обработки и превращения, происходящие при этом в стали.

4. Жаропрочность (определение; характеристики; основные факторы, влияющие на нее; пути повышения).

### **Вариант 14**

1. Явление полиморфизма металлов (на примере железа) и его практическое значение.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,7 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что такое нормализация стали? Определите температуру нагрева при нормализации сталей 45 и У12, опишите происходящие при нагреве и охлаждении превращения, конечную структуру и свойства сталей.

4. Основные классы жаропрочных сталей и области применения названных сталей.

### **Вариант 15**

1. Процессы, происходящие при нагреве деформированного металла.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,0 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Деталь из стали 50 должна иметь высокую износостойкость и воспринимать ударные нагрузки. Назначьте режим обработки, опишите происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины детали.

4. Углеродистые и низколегированные стали для режущего инструмента и их термическая обработка.

### **Вариант 16**

1. Различие между холодной и горячей пластической деформацией.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,2 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Начертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита доэвтектоидной углеродистой стали и нанесите на нее режимы изотермического отжига, ступенчатой и изотермической закалок. Опишите превращения, происходящие при этих обработках и конечную структуру стали.

4. Быстрорежущие стали и их термическая обработка.

### **Вариант 17**

1. Механизм пластической деформации в монокристаллах металлов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,6 % С. При температуре 730°C для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Детали из стали 45 необходимо подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите происходящие превращения, структуру и свойства стали после этой обработки.

4. Твердые сплавы для режущего инструмента.

### **Вариант 18**

1. Особенности пластической деформации в поликристаллических металлах.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,6 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Углеродистая сталь после закалки имеет структуру мартенсит + аустенит остаточный + цементит вторичный. Проведите на диаграмме состояния железо-цементит ординату, соответствующую этой стали (примерно) и укажите температуру нагрева, с которой была проведена закалка. Опишите превращения, происходящие при закалке с этой температуры.

4. Стали для измерительного инструмента и их термическая обработка.

### **Вариант 19**

1. Изменение структуры металлов при пластической деформации.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,4 % С. При температуре 800°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. После закалки углеродистая сталь имеет структуру феррит + мартенсит + аустенит остаточный. Проведите на диаграмме состояния железо-цементит ординату, соответствующую этой стали (примерно) и укажите температуру нагрева, с которой была проведена закалка. Опишите превращения, происходящие при закалке с этой температуры.

4. Стали для штампов холодного деформирования и их термическая обработка.

### **Вариант 20**

1. Виды разрушения металлов. Факторы, способствующие хрупкому разрушению.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 5,4 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Детали из высоколегированной конструкционной стали закалены: одна – в воде, другая – в масле. Какая должна образоваться структура в первом и втором случаях? Какая из этих закалочных сред является оптимальной для данной стали и почему?

4. Стали для штампов горячего деформирования металла и их термическая обработка.

### **Вариант 21**

1. Порог хладноломкости металлов и методика его определения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,8 % С. При температуре 900°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Режущий инструмент из стали У10 был перегрет при закалке. Чем вреден перегрев и как можно устранить этот дефект?

4. Аморфные сплавы (металлические стекла).

### **Вариант 22**

1. Прочностные свойства металлов и методы их определения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 5,6 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. В чем отличие феррито-карбидной структуры (ФКС), полученной при отпуске, от ФКС, образующейся при распаде переохлажденного аустенита? Отражается ли это на свойствах?

4. Классификация чугунов по форме графитных включений и строению металлической основы.

### **Вариант 23**

1. Железо было подвергнуто пластической деформации при температуре 500°C. Какая это деформация (холодная или горячая)? Объясните, как при этом изменяться структура и свойства железа?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,3 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Начертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита конструкционной легированной стали 45Х и нанесите на неё кривую режима изотермического отжига. Опишите происходящие при этом превращения в стали.

4. Серый чугун (химический состав, структура, механические свойства, маркировка, области применения).

### **Вариант 24**

1. Влияние нагрева на структуру и свойства наклепанного металла.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,9 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Сталь 40 после закалки содержит небольшое количество остаточного аустенита (до 5%), а в структуре стали У12 после закалки его может быть до 30%. Почему? Какой обработкой можно уменьшить количество остаточного аустенита?

4. Ковкий чугун (получение, структура, механические свойства, маркировка, области применения).

### **Вариант 25**

1. Факторы, влияющие на размер рекристаллизованного зерна металла.
2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,7 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.
3. Детали из стали 45 закалены с температур 750 и 830°C. Какая из этих температур нагрева является для этой стали оптимальной при закалке и почему?
4. Высокопрочный чугун ( получение, структура, механические свойства, маркировка, области применения ).

### **Вариант 26**

1. Объясните природу изменения свойств металла при холодной пластической деформации.
2. Начертите диаграмму состояния железо-цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,5 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.
3. Поковки из стали 40 перед механической обработкой подвергнуты: одна–полному отжигу, другая– нормализации. У какой из них будет ниже твёрдость и почему?
4. Чистые металлы: титан, алюминий, магний , медь. Их свойства и области применения.

### **Вариант 27**

1. Какую пластическую деформацию называют холодной? Как она влияет на структуру и свойства металлов?
2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,1 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.
3. При непрерывном охлаждении стали У8 образовалась структура троостит+мартенсит+аустенит остаточный. Нанесите на диаграмму превращения переохлажденного аустенита этой стали кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и их суть.

4. В авиастроении широко применяются титановые сплавы BT5, BT5-1, BT6, BT8, BT14 : укажите химический состав сплавов; возможные способы изготовления деталей из них; опишите способы упрочнения деталей из этих сплавов, природу упрочнения, приведите механические свойства.

### **Вариант 28**

1. Какую пластическую деформацию называют горячей? Как она влияет на структуру и свойства металлов?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,5 % С. При температуре 740°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Детали из высоколегированной конструкционной стали закалены: одна – в воде, другая – в минеральном машинном масле. Какая должна образоваться структура в первом и втором случаях? Какая из этих закалочных сред является оптимальной для этой стали и почему?

4. Опишите процессы, происходящие при закалке и последующем старении алюминиевых сплавов на примере сплава системы алюминий–медь.

### **Вариант 29**

1. Пластические свойства металлов и методы их определения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,5 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Стали 40 и У10 закалены в воде с температур 750 и 850°С каждая. Какая из этих температур является оптимальной для каждой из названных сталей и почему?

4. Деформированные алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой-АМц, АМг2...АМг6 : укажите их химический состав, механические свойства в отожженном и полунагартованном состояниях, области применения.

### **Вариант 30**

1. Какой термической обработкой можно устранить наклёп? Обоснуйте на конкретном примере выбор режима и опишите происходящие в металле превращения.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего

0,55 % С. При температуре 750°C для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Чем отличается феррито-карбидная структура, полученная при отпуске ( сорбит отпуска, троостит отпуска ), от феррито-карбидной структуры, образующейся при распаде переохлажденного аустенита ( сорбит, троостит )? Отражается ли это на свойствах стали? На примере стали У8 опишите режимы получения указанных структур.

4. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой— дюраль, авиаль, высокопрочные: приведите химический состав некоторых указанных сплавов, укажите области применения их, наиболее типичные режимы термической обработки и получаемые механические свойства.

### **Вариант 31**

1. Почему после прокатки при комнатной температуре твердость свинца остаётся неизменной, а у алюминия возрастает?

2. Начертите диаграмму состояния железо—цементит с указанием во всех ее областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,9 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Причины возникновения внутренних напряжений в закалённой стали. Как можно уменьшить их величину?

4. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой -ковочные и жаропрочные: приведите их химический состав, маркировку, укажите области применения этих сплавов и способы изготовления деталей из них, обоснуйте режимы термической обработки и приведите механические свойства.

### **Вариант 32**

1. Какие основные характеристики механических свойств металлов определяются при испытании на растяжение? Опишите их.

2. Начертите диаграмму состояния железо—цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,2 % С. При температуре 770°C для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Назначьте для стали 40 режимы закалки и отпуска, обеспечивающие получение твердости НВ = 4000...4200 МПа. Опишите превращения, происходящие при этом в стали, и получаемую структуру.

4. Литейные алюминиевые сплавы: их маркировка, химический состав, режимы термической обработки и механические свойства после некоторых из них, модифицирование этих сплавов.

### **Вариант 33**

1. Можно ли повысить твердость олова пластической деформацией при комнатной температуре? Ответ обосновать.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,1 % С. При температуре 750°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Две детали, из которых одна имеет сквозную, а другая – неполную прокаливаемость, подвергнуты отпуску так, что твердость по сечению обеих деталей одинакова. Будут ли и другие механические свойства этих деталей одинаковыми по всему сечению и почему?

4. Литейные и деформируемые магниевые сплавы: их химический состав; возможные варианты термической обработки; механические свойства и область применения изделий из этих сплавов.

### **Вариант 34**

1. Можно ли повысить твердость меди пластической деформацией при комнатной температуре? Ответ обосновать.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,9 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Сверла из стали У10А закалены: одна партия–с температуры 760°С, другая– с 850°С. Какая из этих температур нагрева является для данной стали оптимальной при закалке и почему?

4. Сплавы меди с цинком-латуни ( деформируемые и литейные ): приведите химический состав некоторых латуней этих групп и характерные механические свойства, опишите технологию изготовления деталей из указанных сплавов.

### **Вариант 35**

1. Почему пластическую деформацию свинца при комнатной температуре считают горячей, а вольфрама при температуре 1000°С - холодной?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего



1,5 % С. При температуре 800°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Детали из стали 50 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите происходящие превращения, структуру и свойства стали после этой обработки.

4. Бронзы – оловянные, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые и свинцовые: химический состав, типичные режимы термической обработки, структура, области применения.

### **Вариант 36**

1. Твердые растворы, их виды и примеры.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,0 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Почему углеродистые инструментальные стали должны поставляться заказчику со структурой зернистого перлита? Какой термической обработкой можно получить такую структуру? Приведите конкретный режим этой термической обработки для стали У10.

4. Антифрикционные (подшипниковые) сплавы на оловянной, свинцовой, цинковой и алюминиевой основах: химический состав, маркировка, структура, области применения.

### **Вариант 37**

1. Ограниченные и неограниченные твердые растворы. Условия образования неограниченных твердых растворов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,9 % С. При температуре 900°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Деталь из стали 40Х должна иметь высокую износостойкость и воспринимать ударные нагрузки. Назначьте режим обработки, опишите происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины детали.

4. Волокнистые композиционные материалы на металлической основе с дискретным и непрерывным наполнителями: принцип их получения, свойства, достоинства и недостатки в сравнении с чистыми металлами или сплавами, области применения.

### **Вариант 38**

1. Влияние скорости охлаждения при кристаллизации на строение металлического слитка.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,6 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что такое нормализация стали? Определите температуру нагрева при нормализации сталей 45 и У12, опишите происходящие при нагреве и охлаждении превращения, конечную структуру и свойства.

4. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы на металлической основе: принцип их получения, упрочняющие частицы композита, свойства, области применения.

### **Вариант 39**

1. Механизм процесса кристаллизации металлов.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,4 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что понимают под прокаливаемостью стали? Какая из приведенных сталей: У7, 40ХН2МА, 20Х имеет более высокую прокаливаемость и почему?

4. Пористые и компактные конструкционные порошковые материалы: принцип получения, состав, свойства, достоинства и недостатки таких материалов, области применения.

### **Вариант 40**

1. Строение металлического слитка.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 0,3 % С. При температуре 750°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Начертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита доэвтектоидной углеродистой стали и нанесите на нее кривые режимов непрерывной (обычной), ступенчатой и изотермической закалок. Каковы преимущества и недостатки каждого из этих видов закалки?

4. Натуральные и синтетические полимерные материалы: классификация полимеров по составу, форме макромолекул, фазовому состоянию, полярности и отношению к нагреву.

### **Вариант 41**

1. В чем сущность процесса модифицирования? Примеры применения этой технологической операции.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,8 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Назначьте режим обработки шестерни из стали 20Х, обеспечивающий твердость зубьев HRC=58...60. Опишите происходящие в стали превращения при выбранной обработке, структуру и свойства поверхности зубьев и сердцевины шестерни после термической обработки.

4. Состав, классификация и свойства пластмасс. Краткая характеристика некоторых термопластичных пластических масс: полиэтилен и его производные, полистирол, фторопласт.

### **Вариант 42**

1. Влияние примесей в металле на протекание процесса кристаллизации.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,2 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. После закалки углеродистая сталь имеет структуру мартенсит + аустенит остаточный + цементит вторичный. Проведите на диаграмме состояния железо–цементит ординату, соответствующую этой стали (примерно) и укажите температуру нагрева, с которой была проведена закалка. Опишите превращения, происходящие в стали при закалке с этой температуры.

4. Состав, классификация и свойства пластмасс. Краткая характеристика полярных термопластических масс: фторопласт, органическое стекло, поливинилхлорид, полиамиды, полиуретаны, лавсан, поликарбонат, полиарилат, пентапласт, полиформальдегид.

### **Вариант 43**

1. Что такое степень переохлаждения при кристаллизации и влияние её на величину зерна металла?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего

1,2 % С. При температуре 750°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Поковки из стали 20 имеют крупнозернистое строение. Назначьте режим термической обработки, обеспечивающий получение мелкого зерна. Опишите превращения, происходящие в стали при этой обработке.

4. Состав, классификация и свойства пластмасс. Краткая характеристика термостойких пластиков: ароматический полиамид, полисульфон, полиимиды, полибензимидазолы. Термопласты с наполнителями.

#### **Вариант 44**

1. Основные факторы, влияющие на величину зерна металла при кристаллизации.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 1,6 % С. При температуре 850°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Деталь из стали 15 должна иметь высокую износостойкость и воспринимать ударные нагрузки. Назначьте режим обработки, опишите происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины детали.

4. Термореактивные пластмассы с порошковыми и волокнистыми наполнителями ; слоистые пластмассы: состав, свойства, области применения.

#### **Вариант 45**

1. Параметры процесса кристаллизации. Влияние их на величину зерна кристаллизующегося металла.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,7 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Что понимают под закаливаемостью стали? У какой из приведенных сталей : У7, 40ХН2МА, 20Х более высокая закаливаемость и почему?

4. Газонаполненные пластмассы – пенопласты, поропласты и сотопласты: состав, свойства, области применения.

Экономическая эффективность применения пластмасс.

#### **Вариант 46**

1. Перегретый металл отлит в толстостенную металлическую изложницу. Какая зона кристаллизации в отливке получит наибольшее развитие?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,3 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. В структуре закаленной стали 30 остаточного аустенита мало ( до 5% ), а в структуре стали У12 после закалки его может быть до 30%. Почему? Какой последующей обработкой можно уменьшить количество остаточного аустенита?

4. Состав и классификация резин. Влияние наполнителей на физико-механические характеристики резины. Резины общего назначения.

### **Вариант 47**

1. Как влияет подогрев металлической изложницы на развитие основных зон слитка при кристаллизации?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,5 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. Режущий инструмент из стали У13А требуется обработать на максимальную твердость. Назначьте режим термической обработки и опишите происходящие при этом фазовые превращения в стали.

4. Резины специального назначения – маслбензостойкие, теплостойкие, морозостойкие и электротехнические: состав, свойства, применение.

### **Вариант 48**

1. Металл разлит в две металлические изложницы с разной толщиной стенки, изготовленные из одного материала. В какой изложнице зона столбчатых кристаллов слитка получит наибольшее развитие и почему?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 2,9 % С. При температуре 1200°С для этого сплава определите содержание углерода в фазах и количественное соотношение между ними.

3. Детали из стали 45 закалены: одна– с температуры 750°С, другая– с 830°С. Нанесите выбранные температуры на диаграмму состояния железо–цементит и объясните какая из этих деталей будет иметь более высокую твердость и почему?

4. Стекла минеральные: состав, общие свойства, применение технических стёкол и стекловолоконистых материалов.

### **Вариант 49**

1. Какими способами на практике можно влиять на величину зерна металлических отливок при их кристаллизации?

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 4,1 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и их количество.

3. В чём заключается отрицательное влияние цементитной сетки на свойства заэвтектоидных сталей? Какой термической обработкой можно её устранить? Приведите режим этой обработки для стали У12.

4. Стеклокристаллические материалы (ситаллы): способы получения, состав, свойства, области применения.

### **Вариант 50**

1. Форма металлических кристаллов и влияние реальной среды на процесс кристаллизации.

2. Начертите диаграмму состояния железо–цементит с указанием во всех её областях фаз и структурных составляющих. Рассмотрите формирование структуры при охлаждении из жидкого состояния сплава, содержащего 3,7 % С. В произвольной точке этого сплава между линиями ликвидус и солидус определите содержание углерода в фазах и количественное соотношение между ними.

3. Поковки из стали 50 перед механической обработкой подвергнуты: одна – полному отжигу, другая – нормализации. У какой из них будет ниже твердость и почему?

4. Техническая керамика: основные компоненты, способ изготовления изделий. Керамика на основе чистых оксидов. Бескислородная керамика.

## **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2**

Контрольная работа № 2 ставит своей целью использовать знания, полученные при изучении курса, для решения задач по выбору материала и упрочняющей обработки деталей машин и инструмента. Работа над этим заданием позволит будущим инженерам-механикам лучше ориентироваться в выборе сталей различного назначения и обоснованном определении оптимальных режимов их термической обработки.

Рекомендуется следующий порядок работы над заданием.

1. Провести анализ условий работы детали или инструмента. Исходя из этого, сформулировать требования, предъявляемые к материалу.
2. Дать характеристику предложенной стали: химический состав по ГОСТу, критические точки, цель введения легирующих элементов.
3. Назначить и обосновать режимы термической обработки детали или инструмента для получения требуемых по условиям работы свойств (температура аустенитизации, охлаждающая среда, температура отпуска и т.д.).
4. Описать микроструктуру и привести механические свойства стали после окончательной термической обработки.
5. Привести другие марки сталей, из которых может быть изготовлена указанная деталь или инструмент и кратко описать их термическую обработку.

### **Вариант 1**

Ходовой винт токарного станка изготовлен из стали 9ХВГ.

### **Вариант 2**

Фрезы для резки деревообработки изготовлены из стали 9ХС.

### **Вариант 3**

Длинный стержневой инструмент с поперечным сечением до 35 мм изготовлен из стали ХВСГ.

### **Вариант 4**

Отрезные и резьбовые резцы токарного станка и сверла изготовлены из стали Р6М5.

### **Вариант 5**

Резцы обдирочные металлообрабатывающего станка изготовлены из стали Р9.

### **Вариант 6**

Вытяжные штампы для холодной обработки давлением металла изготовлены из стали ХВГ.

### **Вариант 7**

Крупные штампы сложной формы для холодной обработки металла давлением изготовлены из стали Х12М.

### **Вариант 8**

Молотовые штампы для горячей обработки металла давлением изготовлены из стали 5ХНМ.

#### **Вариант 9**

Штампы для горячей высадки металла изготовлены из стали 3Х2В8Ф.

#### **Вариант 10**

Молотовые штампы для горячей обработки металла давлением изготовлены из стали 5ХНВС.

#### **Вариант 11**

Прессформы для литья под давлением цветных сплавов изготовлены из стали 4Х5В2ФС.

#### **Вариант 12**

Для армирования железобетонных конструкций применены прутки из стали 25Г2С.

#### **Вариант 13**

Шарики, ролики и кольца подшипников изготовлены из стали 95Х18.

#### **Вариант 14**

Валик водяного насоса двигателя внутреннего сгорания изготовлен из стали 12Х13.

#### **Вариант 15**

Поршневые пальцы двигателя внутреннего сгорания изготовлены из стали 12ХНЗА.

#### **Вариант 16**

Рессоры грузовых автомобилей изготовлены из стали 60С2.

#### **Вариант 17**

Крестовина карданного вала автомобиля изготовлена из стали 15Х.

#### **Вариант 18**

Шестерни коробки скоростей металлорежущих станков изготовлены из стали 40ХН.



### **Вариант 19**

Траки гусеничных машин изготовлены из стали 110Г13Л.

### **Вариант 20**

Лопasti гидротурбин и гидронасосов электростанций изготовлены из стали 12Х18Н9Т.

### **Вариант 21**

Выпускные клапаны автомобильных двигателей изготовлены из стали 40Х9С2.

### **Вариант 22**

Шатуны тракторных двигателей изготовлены из стали 40ХН2МА.

### **Вариант 23**

Кольца шарикоподшипников изготовлены из стали ШХ15СГ.

### **Вариант 24**

Рессоры легкового автомобиля изготовлены из стали 50ХГФА.

### **Вариант 25**

Тяжелонагруженные пружины ответственного назначения изготовлены из стали 70С3А.

### **Вариант 26**

Червяк рулевого управления автомобиля изготовлен из стали АС30ХМ.

### **Вариант 27**

Торсионные валы сечением до 100 мм изготовлены из стали 45ХН2МФА.

### **Вариант 28**

Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 45ХН.

### **Вариант 29**

Зубчатые колеса коробок перемены передач автомобилей изготовлены из стали 18ХГТ.

### **Вариант 30**

Гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 38Х2МЮА.

### **Вариант 31**

Полуоси легковых автомобилей изготовлены из стали 45Г.

### **Вариант 32**

Червяк привода спидометра изготовлен из стали 20ХН3А.

### **Вариант 33**

Шестерни коробки передач автомобиля изготовлены из стали 18ХГТ.

### **Вариант 34**

Коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания изготовлены из стали 18Х2Н4ВА.

### **Вариант 35**

Пружины крупных прессов и станков изготовлены из стали 50ХГА.

### **Вариант 36**

Емкости и трубопроводы, используемые в химической промышленности, изготовлены из стали 08Х18Н10.

### **Вариант 37**

Шарики, ролики и кольца подшипников изготовлены из стали 12ХН3А.

### **Вариант 38**

Диски плугов, луцильников сельскохозяйственных машин изготовлены из стали 70Г.

### **Вариант 39**

Кольца диаметром 200...250 мм крупногабаритных подшипников изготовлены из стали 20Х2Н4А.

#### **Вариант 40**

Зубчатые колеса главной передачи трансмиссии автомобиля ЗИЛ изготовлены из стали 20ХН2М.

#### **Вариант 41**

Цилиндрические и конические зубчатые колеса редуктора заднего моста грузовых автомобилей изготовлены из стали 30ХГТ.

#### **Вариант 42**

Зубчатое колесо включения переднего моста полноприводного автомобиля УАЗ изготовлено из стали 25ХГМ.

#### **Вариант 43**

Кулаки шарнира переднего ведущего моста автомобилей ГАЗ изготовлены из стали 27ХГР.

#### **Вариант 44**

Карданные валы автомобилей изготовлены из стали 40Г2.

#### **Вариант 45**

Рычаг переключения передач автомобиля изготовлен из стали 40ХС.

#### **Вариант 46**

Полуоси ведущих мостов автомобилей ЗИЛ изготовлены из стали 40ХГТР.

#### **Вариант 47**

Промежуточная шестерня заднего хода коробки перемены передач автомобиля изготовлена из стали АС19ХГН.

#### **Вариант 48**

Зубчатые колеса коробки перемены передач автомобиля ВАЗ изготовлены из стали АЦ20ХГНМ.

#### **Вариант 49**

Запорные иглы поплавковой камеры карбюратора изготовлены из стали 30Х13.

### **Вариант 50**

Хирургический инструмент (скальпель и др.) изготовлен из стали 40Х13.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высш. техн. учеб. завед. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
2. Гуляев А.П., Металловедение: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

### **Дополнительная**

1. . Материаловедение : Учебник для высш. техн. учеб. завед.–2-е изд., испр. и доп. / Б.Н Арзамасов, И.И Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др. ; Под общей ред. Б.Н.Арзамасова – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с.

2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1993. – 448 с.
3. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.
4. Инструментальные стали: Справочник. / Л.А. Позняк, С.И. Тишев, Ю.М. Скрынченко и др. – М.: Металлургия, 1977. – 168 с.
5. Гуляев А.П., Малинина К.А., Саверина С.М. Инструментальные стали: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1975. – 272 с.
6. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета. – М.: Машиностроение, 1989. – 302 с.
7. Матовилин Г.В., Масино М.А., Суворов О.М. Автомобильные материалы: Справочник. – М.: Транспорт, 1989. – 464 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	
1. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ .....	4
2. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	11
3. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 .....	12
4. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2 .....	31
ЛИТЕРАТУРА .....	37

Ханиф Мухаметгарифович Ибрагимов  
Владимир Григорьевич Ушаков  
Владимир Иванович Филатов

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебное пособие  
для студентов-заочников машиностроительных специальностей

Техн. редактор А.В.Миних

Издательство Челябинского  
государственного технического университета

---

ЛР № 020364 от 10.04.97. Подписано в печать 30. 06.97. Формат 60х84 1/16.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,57. Тираж 100 экз.  
Заказ 203/307. Цена 2200 р.

---

УОП издательства. 454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

2200 р.